

MTA KFKI Mérés és Számítástechnikai Kutató Intézet Budapest

Orvosi-biológiai mérő-adatgyűjtő rendszerek "funkcionális" CAMAC modulok felhasználásával

Blasovszky Miklós, Bördén Péter, Ziegelmann Károly

Az 1972 óta eltelt néhány év alatt a KFKI-MSZKI Laboratóriumi Alkalmazások Osztálya a nagyszámu nukleáris és egyéb laboratóriumi célú CAMAC rendszer mellett tíz orvosi-biológiai célú mérő-adatgyűjtő rendszert létesített, elsősorban kül- és bel-földi kutatóintézetekben, klinikákon és egyetemeken.

A fenti rendszerek működtetéséből származó tapasztalatok és a közben folyó kutatások eredményeként alakultak ki azok a fejlesztési szempontok, amelyek a biomedikai célú - "funkcionális" - CAMAC modulok létrehozását indokolták.

A "funkcionális modul" problémakört két oldalról közelíthetjük meg:

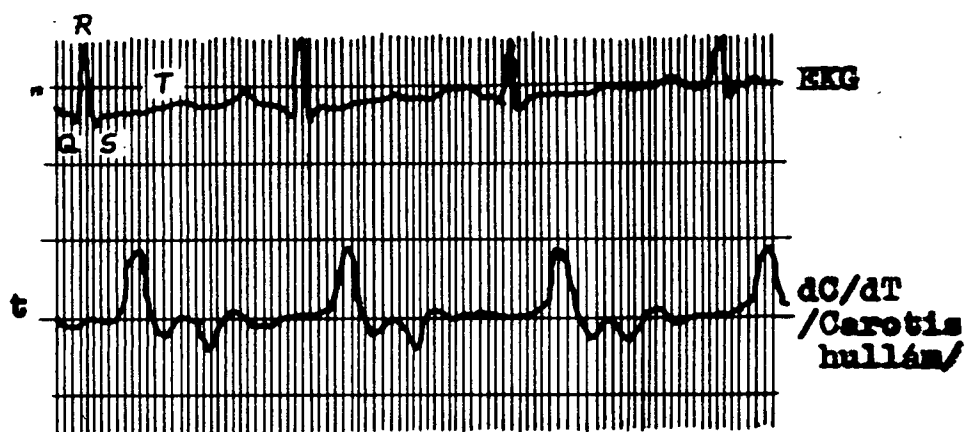
Egyrészt megvizsgáljuk az orvosi-biológiai mérő-adatgyűjtő rendszerek bemenetére érkező jelfajtákat és a szokásos jelfeldolgozási módszereket,

másrészt rendszerbe foglaljuk azokat a tipikus feladatokat, amelyek megoldása nehézkes vagy lehetetlen a nukleáris és általános célra készült CAMAC modulokkal. A fentiekből levont következtetések alapján ismertetjük a funkcionális modulok fejlesztési szempontjait és az ezen a területen várható fejlődés irányát.

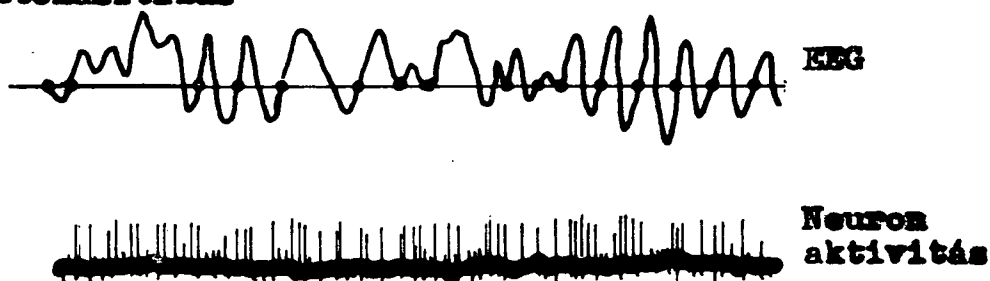
1. Jelfajták és jelfeldolgozási módszerek

A mérés-adatgyűjtés tárgyát az élő szervezetben keletkező elektromos jelek, valamint az elektromos jelekké átalakítható nem-elektromos folyamatok képezik. A bioelektromos jelek jellegük szerint két csoportba oszthatók. Lehetnek (1. ábra):

Kvázideterminisztikus



Stohasztikus



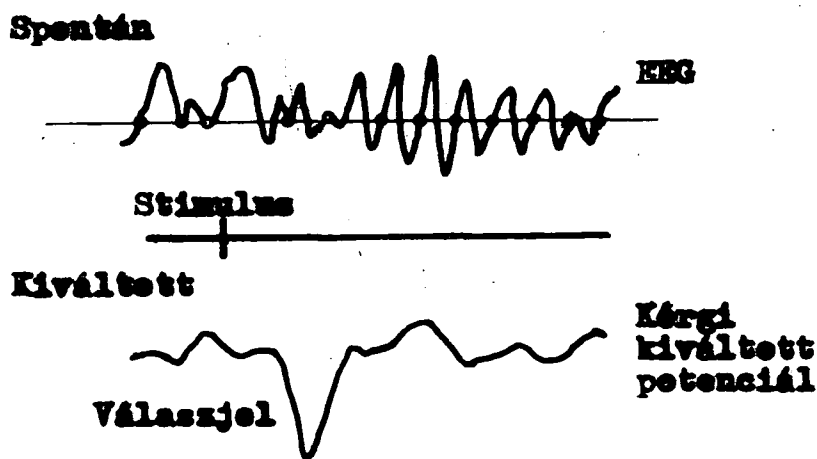
1. ábra

kvázideterminisztikus (pl.: EKG, carotis-hullám stb.) és
stohasztikus (pl.: EEG, EMG, neuron-aktivitás stb.).

Kvázideterminisztikus jelek vizsgálatakor időfüggvények tipikus paramétereit mérjük, így elsősorban az amplitudót, a frekvenciát, de szükség van sok esetben a jelalak vizsgálatára, továbbá a görbék jellegzetes pontjainak (nullátmenet, csúcshely, töréspont, meredekség stb.) meghatározására is.

A mérendő jeleket sok esetben eltorzítják vagy el is fedik a különféle eredetű random zajok. Ezek származhatnak mind az élő szervezet működéséből, mind a mérőrendszerekből. Ilyenkor statisztikus módszerek szükségesek a mérési eredmények értékeléséhez.

A statisztikus módszerek alkalmazásakor azt is figyelembe kell venni, hogy a vizsgált jelenség eredetét tekintve lehet (2. ábra):



2. ábra

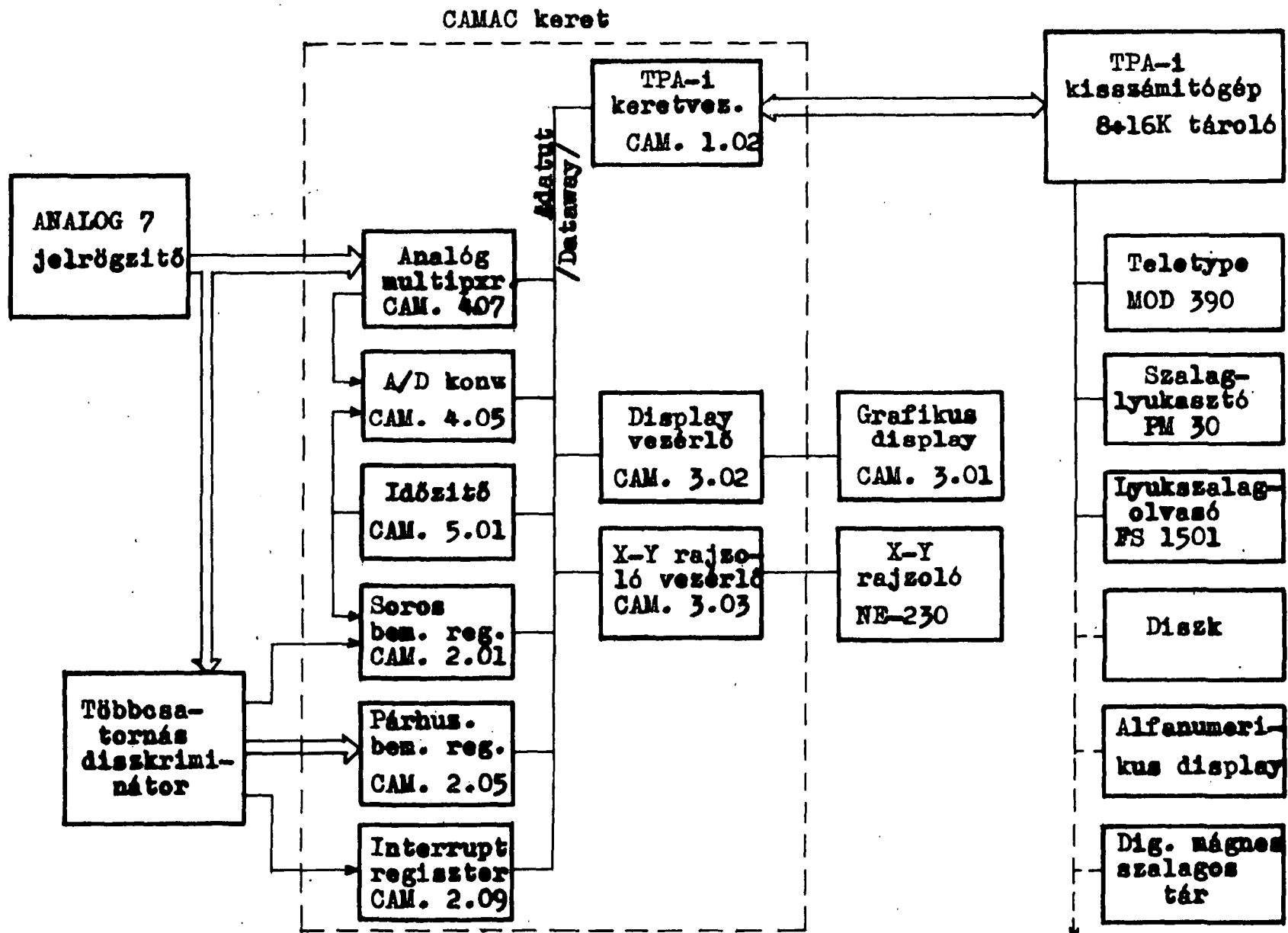
spontán (ahol közvetlen külső hatás nem jellemző a jelenségre) és

kiváltott (ahol valamilyen külső behatás - pl. stimulus-
kelti a vizsgált jelet vagy jelenséget).

Spontán folyamatok esetén a mért értékek különböző elemei hordozzák az összes információt. Ezzel szemben kiváltott jelenségeknél a stimulus olyan plusz információt nyújt, amely lehetővé teszi például az átlagolások jel/zaj-viszony javítását, latencia hisztogramok mérését stb.

2. Az orvosi-biológiai jelfeldolgozás kapcsán előforduló tipikus feladatokat egy olyan általánosított blokkvázlat (3. ábra) alapján vizsgáljuk, amely a bevezetőben említett tíz orvosi-biológiai rendszer közös elemeiből áll.*

* Néhány konkrét alkalmazást a függelékben sorolunk fel.



3. ábra

Nagygépcsatlakozási
lehetőség

A CAMAC rendszerrel történő orvosi-biológiai jelfeldolgozás kapcsán előforduló tipikus feladatok két csoportba sorolhatók:

- a.) Az orvosi-biológiai mérések illesztése a CAMAC rendszerhez,
- b.) az orvosi-biológiai mérések sajátosságaiból adódó speciális adatfeldolgozási feladatok elvégzése.

Az a.) csoportba tartozó feladatok a különféle készülékek, berendezések jelszintjeinek CAMAC-hoz illesztése (real-time humán kísérleteknél életbiztonsági előírások figyelembe vételével), továbbá a bejövő jelek normálása, szűrése a mérési céltól függően.

A b.) csoportba a speciális jeldiszkriminálás és preprocesszálás, valamint az orvosi-biológiai alkalmazásoknál szükséges ember-gép kapcsolat kérdései tartoznak.

Az a.) és b.) csoportban felsorolt feladatokat "funkcionális" - célorientált - de ugyanakkor nem "túlspecializálódott" CAMAC modulcsalád kifejlesztésével kívántuk megoldani. Az ellátott funkciók modulokra, illetve modul csoportokra lebontva a következők:

- 1. Jelszint illesztés (digitális),
- 2. Analóg jelek normálása, szűrése és életvédelmi leválasztás,
- 3. Amplitúdó- és jelalak diszkriminálás,
- 4. Preprocesszálás és puffertárolás,
- 5. Különböző orvosi-biológiai időanalízisek,
- 6. Közös alfanumerikus grafikus megjelenítés.

A "funkcionális" modulcsaláddal kapcsolatos fejlesztési kérdések

A leg sürgetőbb feladat az orvosi-biológiai rendszerek és a CAMAC rendszer közti illesztés megvalósítása volt. Az eddig üzembe helyezett tíz konfigurációnál ezt az egyedi feladatokról függően külön-külön házi készítésű egységekkel oldották meg. Nehézségek elsősorban a bemenetek illesztésénél voltak, ezért választottuk a funkcionális modulcsalád első két tagjának a digitális és analóg illesztő, normáló, leválasztó egységeket.

1. Jelszint illesztés szükséges az orvosi-biológiai műszerek és berendezések digitálisnak tekinthető "esemény" vagy "fel-tétel" típusu jeleinek fogadására. Itt az esetek többségében nem szükséges dataway felől vezérelhető precíziós diszkriminátor, hanem elég a jel időpontjának detektálása. A szintkonverter főbb műszaki adatai:

Bemenő jel polaritás: + vagy - (átkapcsolható)

amplitudó: $0,3 V_p$ -tól $300 V_p$ -ig

(6 tartományra bontva)

csatolás: AC vagy DC

Kimenő jel amplitudó CAMAC TTL kompatibilis

Szervezés: 4 független csatorna egy egység széles modulban

Kiegészítő szolgáltatás: maszkolható interrupt request (LAM) jel generálás a dataway felé.

2. Analógnak tekinthető orvosi-biológiai jelek normálása, szűrése és leválasztása a különféle (poliphysiograph, EEG, EKG, negatív bemenőkapacitású- stb.) előerősítők és a CAMAC analóg multiplexer vagy A/D-konverter közti illesztés érdekében szükséges. Az illesztés nemcsak amplitudó-normálást jelent, hanem az átvitt frekvenciatartomány követelményektől függő szűkítést, továbbá humán kísérleteknél az életvédelmi szabványok szerinti izolálást is. A kétcsatornás szűrő erősítő modul* főbb műszaki adatai:

Bemenet csatolása: DC vagy AC (0,1 Hz vagy 1 Hz)

leválasztása: optocsatolóval (1,5 kV/4kV 50 Hz)

inverting/noninverting átkapcsolható

Bemenő amplitudó tartomány: $0,1 V_p$ -tól $10 V_p$ -ig öt fokozatban átkapcsolható

Frekvencia tartomány: DC-től 10 kHz-ig

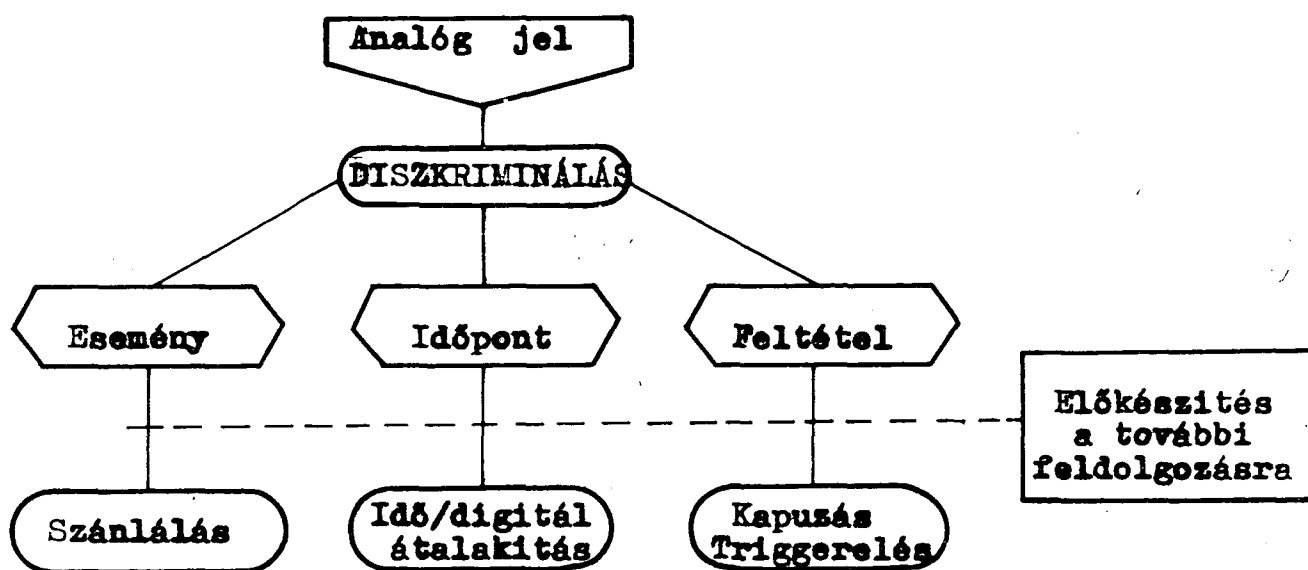
Felső határfrekvencia: 10 kHz és 8 Hz között változtatható.

Szűrő meredekség: 6 dB/oktáv vagy 12 dB/oktáv átkapcsolható

Szervezés: 2 független csatorna (közös guard) három egység széles modulban. Az erősítés manuálisan, a frekvenciamenet programmal állítható.

* MIKI-KFKI közös fejlesztés

3. Az amplitúdó- és jelalak-diszkriminátor modulok azok a funkcionális CAMAC modulok közül, amelyek a bioelektromos jelek gépi feldolgozásához leginkább hozzájárulnak. A főbb diszkriminálási szempontokat a 4. ábra szemlélteti.



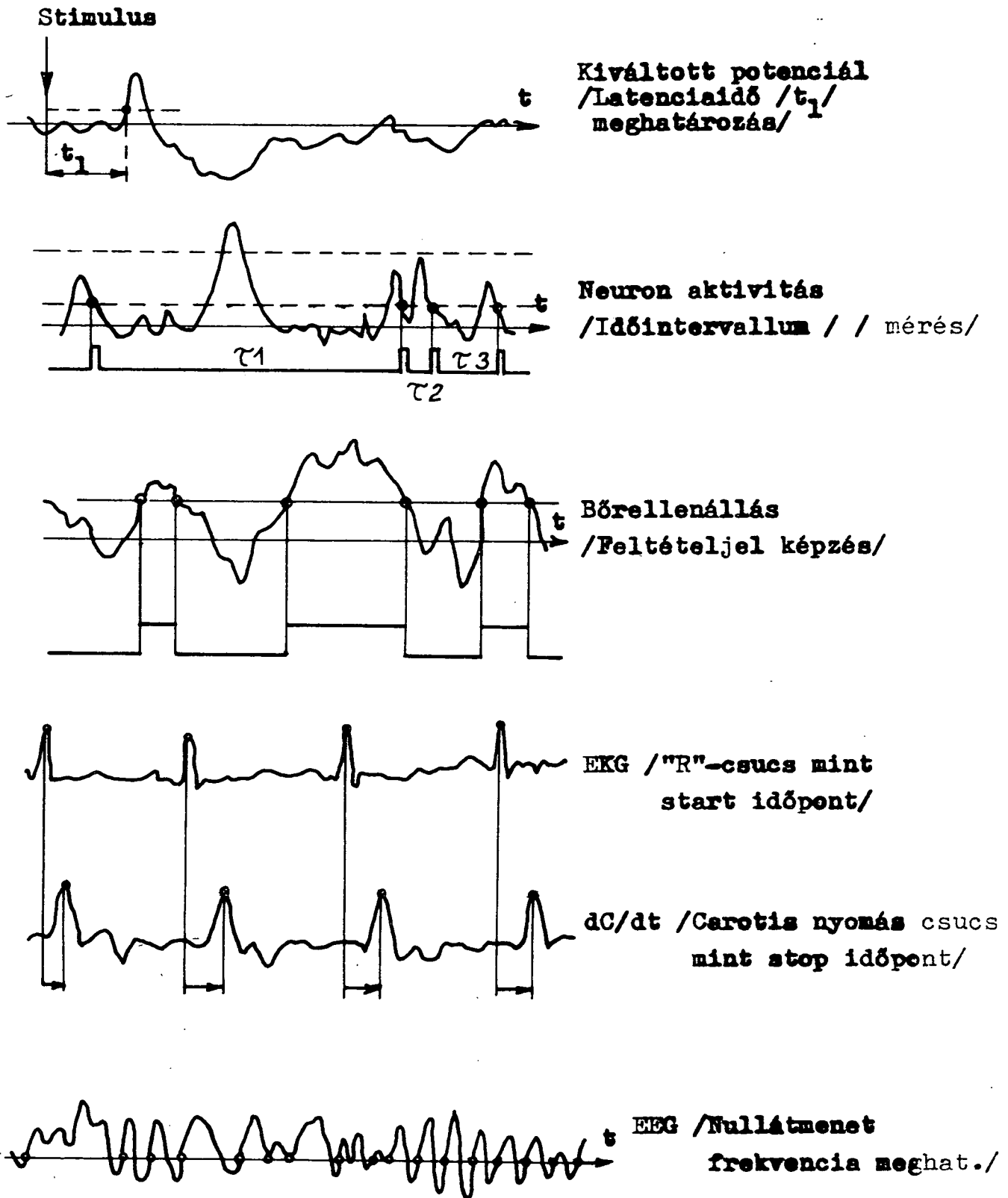
4. ábra

a.) Sokszor elegendő számunkra az események detektálása, ilyenkor az eseményeket számláljuk.

b.) Érdekes lehet az esemény vagy események időpontja, amelynek ismerete idő-digitális átalakítás útján különféle időintervallumok mérését teszi lehetővé.

c.) Az esemény tekinthető feltételként egy másik jel feldolgozásakor mint kapujel vagy startjel. Természetesen az a.) b.) és c.) nemcsak külön, de kombinációkban is előfordulhat.

Néhány tipikus - bioelektromos jelekkel kapcsolatos - egyszerűbb diszkriminátor-funkciót az 5. ábra mutat.

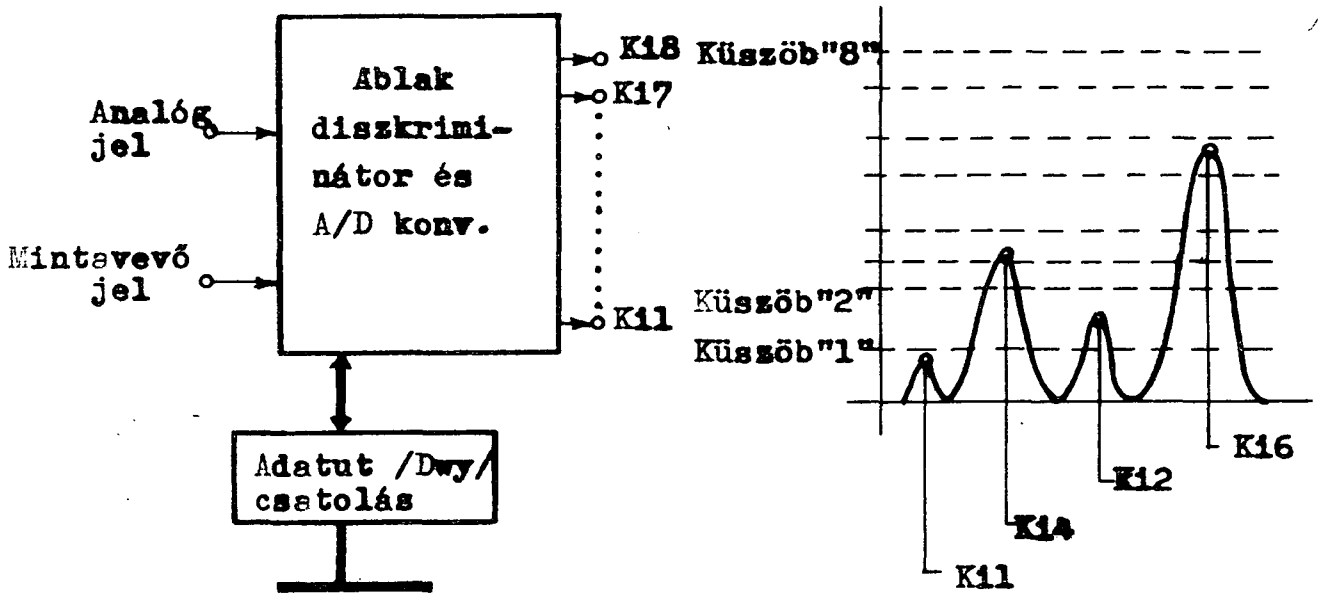


5. ábra

A felhasználói tapasztalatok és a fenti megfontolások együttes konzekvenciájaként két diszkriminátor típus fejlesztése indult meg.

- Ezek: 1. Sokkimenetű ablakdiszkriminátor,
2. Amplitudó és jelalak diszkriminátor.

3.1 A sokkimenetű ablakdiszkriminátornál (8-bites pontossággal programmal beállítható) amplitudó tartományok rendelhetők a diszkriminátor kimeneteihez, azaz azon a kimeneten jelenik meg jel, amelyhez tartozó ablakba a vizsgált (és itt impulzusszerűnek tekintett) analóg jel csúcsa beleesik (6. ábra).



6. ábra

Az ablakdiszkriminátor egyben 8-bites felbontású gyors A/D-konverterként is használható.

3.2 Az amplitudó- és jelalak-diszkriminátor viszont előlapról beállítható üzemmódokkal rendelkezik, azaz utasítással választható ki, hogy a diszkriminátor kimenőjele az

a.) első keresztezési pontnál (alsó küszöb használata esetén),

b.) a második keresztezési pontnál (ha a jel az alsó és felső küszöb közé esik),

c.) a pozitív vagy negatív nullátmenetnél,

d.) a pozitív vagy negatív csúcshelynél, vagy

e.) egyéb specifikált helyen jelentkeznek, illetve

f.) kapujel jelennek meg az első és második keresztezési pont között.

4. Az előzetes jelfeldolgozás és átmeneti tárolás célja a bevezetőben említett stochasztikus vagy kvázideterminisztikus jelek méréséből származó nagyszámu adat csoportosítása, osztályozása, valamint néhány jól meghatározott és nem túl bonyolult aritmetikai művelet (mint pl. átlagolás, auto- és keresztkorrelációs függvény számítás, spektrum számítás, FFT stb.) elvégzése, valamint annak lehetővé tétele, hogy a méréseredményeket ne csupán egyenként, hanem nagyobb tömbökben továbbíthassuk a számítógéphez.

A felsorolt feladatokat megvalósító modul vezérlési funkciókat nem lát el, passzív egységként működik. Külön jelentősége van a modul speciális bemeneteinek, melyek az orvosi-biológiai jelfeldolgozás követelményeinek megfelelően részben "idő referenciapontok", részben "feltétel típusu" jelek bevezetésére szolgálnak.

5. A többcélú idő/digitális konverter azokban az esetekben használható, amikor a feladat időmérésre vezethető vissza, akár egy időreferencia és egy másik (pl. diszkriminátorral kijelölt) időpont között, akár egy analóg jelen kiválasztott pontok vagy impulzusszerű események között az ennek megfelelő méréstípusok:

1. Időmérés start és stop jel között,
2. Időintervallum mérése egymást követő jelek között,
3. Kapujel hosszúság mérés,
4. Jelszámlálás két - órajel által meghatározott - időpillanat között.

6. A közös alfanumerikus és grafikus megjelenítés a mért adatok vagy azok egy részének paraméterezett ábrázolásával folyamatos megfigyelést tesz lehetővé, ami különösen kutatói, valamint diagnosztikai alkalmazásoknál nélkülözhetetlen. A villogásmentes kép továbbá a dataway tehermentesítése érdekében a display modul programozottan felfrissíthető és vezérelhető saját háttértárral rendelkezik.

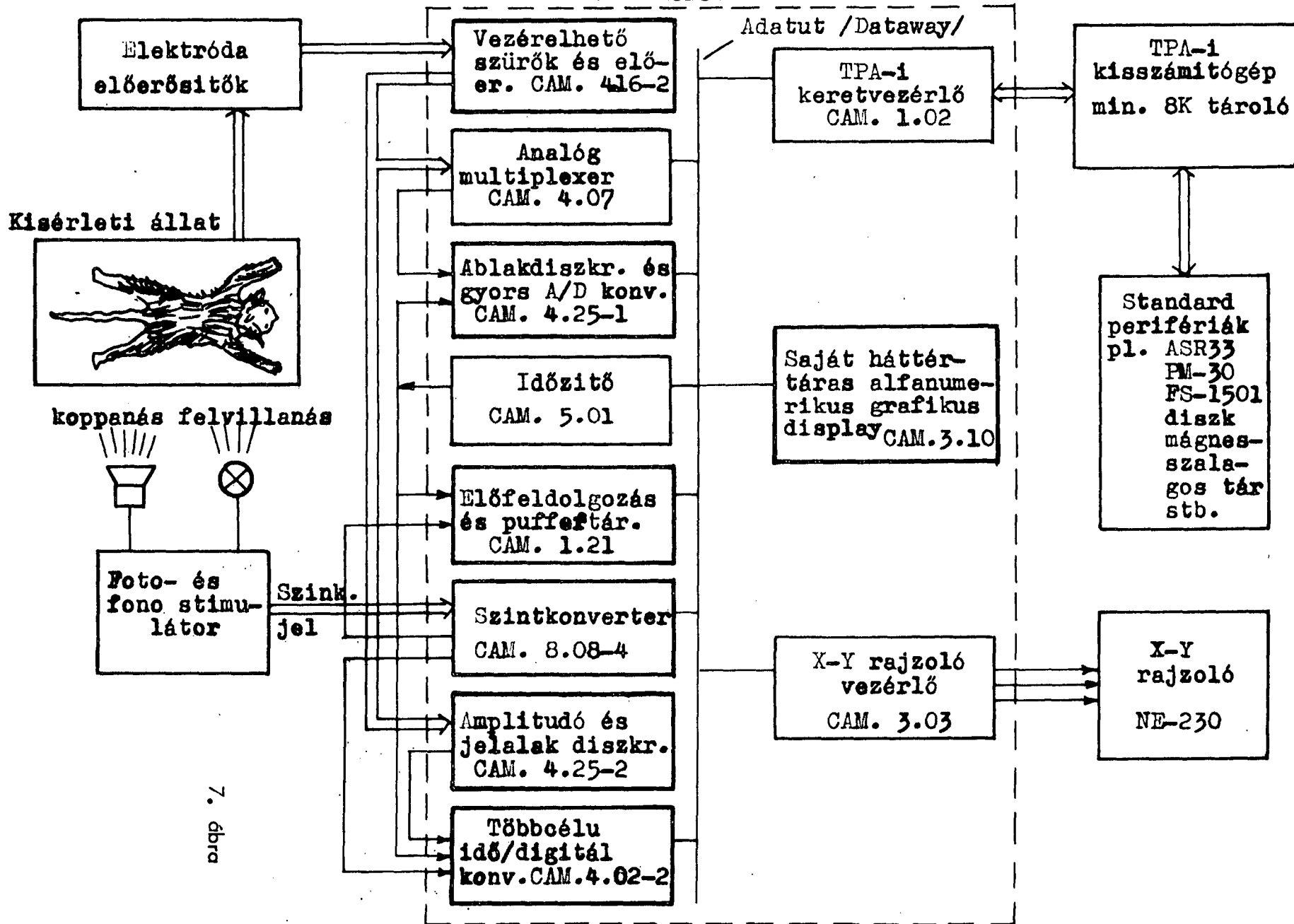
Összefoglalás és perspektívák

A 7. ábra egy kísérleti neurofiziológiai mérőrendszer kapcsán mutatja be az orvosi-biológiai célu funkcionális CAMAC modulok használhatóságát. A konfiguráció analóg jelek sokcsatornás real-time analizisére (amplitúdó, idő stb.) alkalmas. A rendszer (kimenő oldalon történő) bővítésével megoldható a mérési eredményektől függő beavatkozás is.

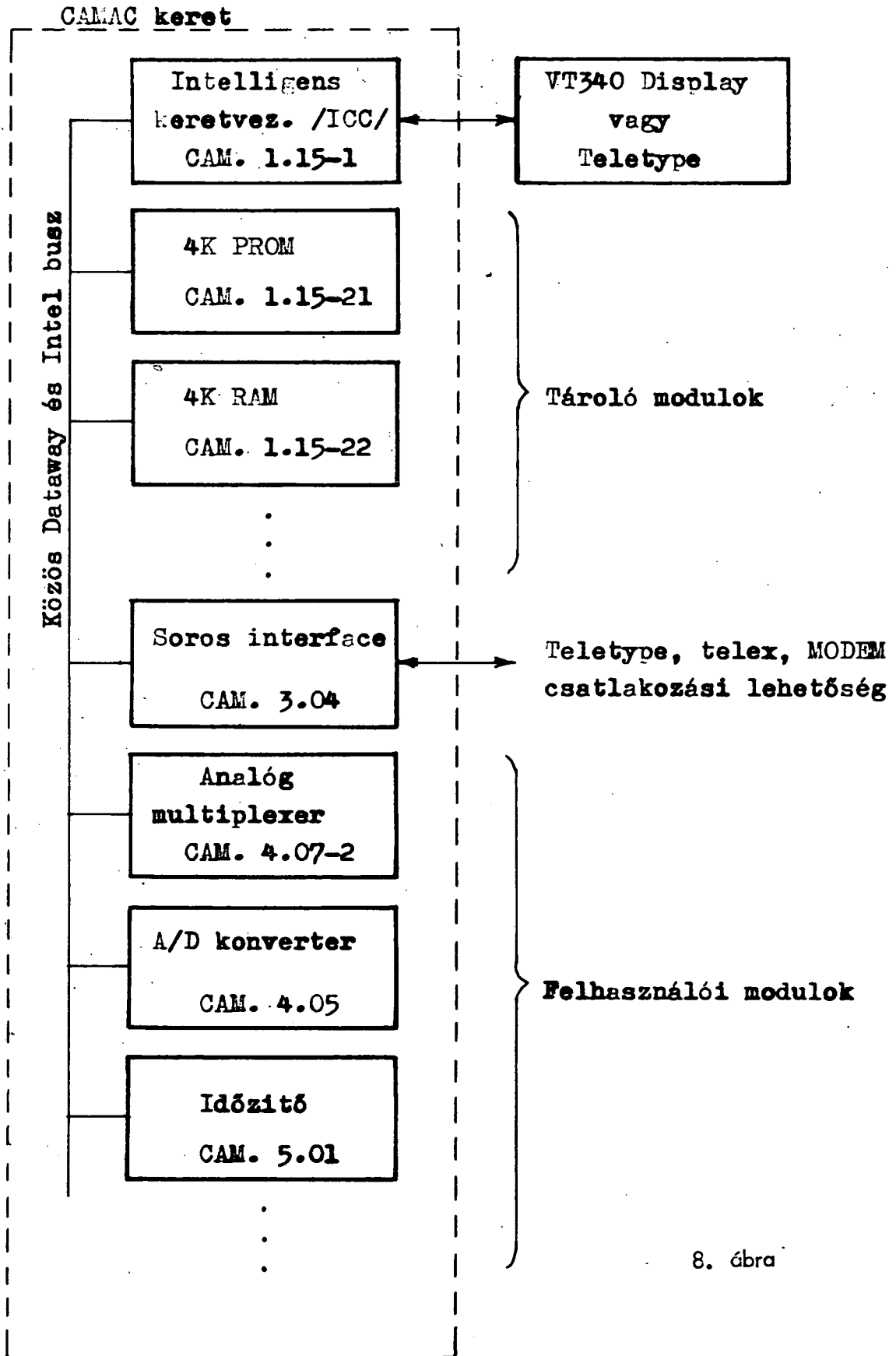
A bemutatott funkcionális modulcsalád rendszerekben történő alkalmazása további ismeretek megszerzését biztosítja a kutatás, a diagnosztika területén. Ezek birtokában már egy-egy orvosi, biológiai terület speciális igényeit különösen jól kielégítő funkcionális modul vagy modulcsoport kifejlesztése is lehetővé válik.

Ugyanakkor a "testre szabott", önállóan működő, de szükség esetén számítógéphez csatlakoztatható aránylag olcsó, könnyen kezelhető CAMAC rendszerek egyik lehetséges és a jövőben nagy népszerűsége számító formája az intelligens keretvezérlővel (ICC) működő rendszer (8. ábra). A számítógéphez képest decentralizált "intelligencia" a mikroprocesszorok elterjedésével vált egyszerűen megoldhatóvá. Az ilyen rendszerek az előre kiválasztható, beprogramozható, az egyedi igényeket kielégítő "taskok" segítségével kevésbé szakképzett kezelők számára is jól használhatók jó ember-gép kapcsolatuk révén.

CAMAC keret



7. ábra



8. ábra

Irodalom

- (1) N.S. Blasovszky: Design Considerations for Functional CAMAC Modules in Biomedical Field. Proc. 2nd Int. CAMAC Symp., Brussels, 311-318 (1975)
- (2) M. Kramer: CAMAC-Integrated EKG-Amplifier. Proc. 2nd Int. CAMAC Symp, Brussels, 319-325 (1975)
- (3) E.Rehse et al.: A CAMAC-Based System for Monitoring Critically Ill Patients, Proc. 2nd Int. CAMAC Symp., IV. 3-4. Brussels, pp 305-310. 14-16-X.(1975)
- (4) N.S. Blasovszky, Computerized Biomedical Signal Analysis Using Functional CAMAC Modules, Fachtagungen MEDEX76 Basel-Biomedizinische Technik - Band 21 - Ergänzungsband, Juni 1976. pp 215-216.

Függelék

Néhány orvosi-biológiai célra felhasznált CAMAC rendszer:

Berlin-Buch:

Szív és keringéskutató (EKG stb.)

Berlin:

Központi Munkaegészségügyi Intézet (kiváltott potenciálok stb.)

Rehbrücke-Potsdam:

Központi Táplálkozástudományi Intézet (aminósav analízis)

Prága:

CsTA Pszichológiai Intézete (EEG, kiváltott potenciálok)

Budapest:

MTA Pszichológiai Intézete (kiváltott potenciálok, pszichofiziológiai kísérletek)

Budapest:

ELTE Összehasonlító Élettan (kiváltott potenciálok, neuron aktivitás stb.)

Budapest:

Kőbányai Gyógyszergyár (farmakológiai tesztek)

